

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-012125

(43)Date of publication of application : 17.01.1995

(51)Int.Cl.

F16C 32/04

G02B 6/42

H01F 7/20

(21)Application number : 05-150691

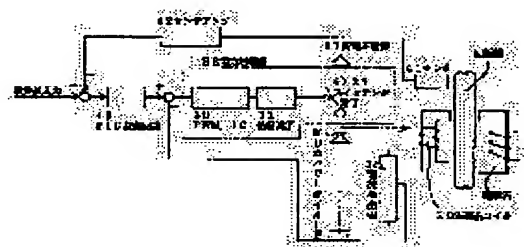
(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 22.06.1993

(72)Inventor : HIROUCHI KENJI  
INOUE KOJI**(54) MAGNETIC BEARING CONTROL DEVICE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To enable a large current to flow to an electromagnetic coil so as to enable the magnetic bearing control of a large load rotor with large magnetic force by providing an insulating element and an insulating element protecting element between a pulse width modulation control element and a switching element.

**CONSTITUTION:** An insulating element 31 and an insulating element protecting element are provided between a pulse width modulation control element (PWM IC) 30 and a switching element 20. As a result, the switching element 20 and PWM IC 30 are electrically insulated and separated. Accordingly, even if high voltage is applied to the switching element 20 in order to increase magnetic force, the high voltage is not applied to the PWM IC 30 so as to be prevented from being damaged. On the other hand, the high voltage is applied to the insulating element 31 but does not exceed the withstand voltage of the insulating element 31 since the insulating element 31 is provided in series with the insulating element protecting element. The voltage value of high-voltage power supply for driving an electromagnetic coil can be thereby determined regardless of the rated voltage of the PWM IC 30.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-12125

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 C 32/04

A

G 0 2 B 6/42

9317-2K

H 0 1 F 7/20

E

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-150691

(22) 出願日 平成5年(1993)6月22日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 廣内 健二

京都市右京区西院追分町25番地 株式会社

島津製作所五条工場内

(72) 発明者 井上 光二

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

社島津製作所三条工場内

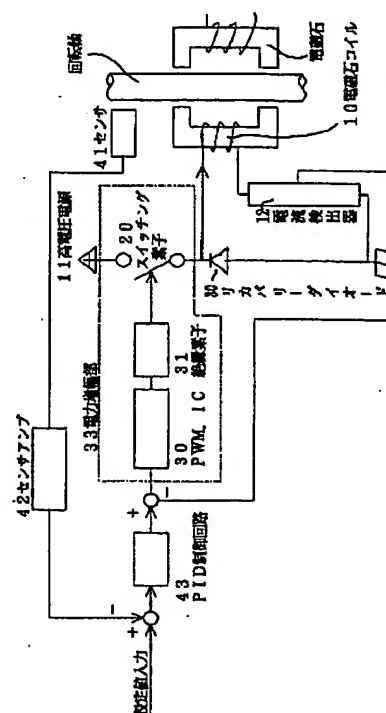
(74) 代理人 弁理士 西岡 義明

(54) 【発明の名称】 磁気軸受制御装置

(57) 【要約】

【目的】 磁気軸受制御用の電磁石に流す電流のON/OFF時間の制御により発生電磁力を制御するスイッチング方式による磁気軸受制御装置において、スイッチング素子をより高電圧電源に接続して駆動可能にし、大きな電磁力でもって磁気軸受制御を行う。

【構成】 電力制御用ICとスイッチング素子との間に絶縁素子および絶縁素子保護用ダイオードを接続する。



# 【特許請求の範囲】

【請求項 1】磁気軸受の電磁石コイルに流すパルス電流を、コイル電流供給のための高電圧電源とこの電磁石コイルとの間に設けたスイッチング素子の ON/OFF 時間比を変動することにより制御する磁気軸受制御装置において、磁気軸受にて制御される回転軸の変位を検出する変位センサからのフィードバック信号とコイル電流を供給する回路内に設けた電流検出器からのフィードバック信号とが重ね合わされた信号を受けてこれを増幅し、スイッチング素子を ON/OFF 駆動するパルス幅変調制御用素子と、前記パルス幅変調制御用素子とスイッチング素子との間に設けた絶縁素子と、前記絶縁素子に直列に接続した絶縁素子保護用素子とを備え、スイッチング素子に印加される高電圧がパルス幅変調素子に印加されないようにするとともに絶縁素子に高電圧が印加されないようにしたことを特徴とする磁気軸受制御装置。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気浮上形ターボ分子ポンプ、回転陽極 X 線管、遠心分離機などの磁気軸受の制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ターボ分子ポンプなど回転体を有する装置ではその回転軸を非接触で支持できる磁気軸受が使用される。一般に磁気軸受は、回転軸を電磁力を用いて空間に浮遊させるため、電磁力発生用の電磁石が回転体の回転軸近傍に取り付けられ、この電磁石に流す電流値を回転軸の変位センサからの信号でフィードバック制御することで発生電磁力を調整し、軸受としての動作をするようにしている。

【0003】この電磁石の電力増幅器の方式には、大別してドロップ方式とスイッチング方式とがある。ドロップ方式は電磁石への電流供給回路中に可変抵抗を介在させ、抵抗値を可変にすることにより所望の電流を流すようにするものである。一方、スイッチング方式は電流供給回路中に pMOS などのスイッチング素子を介在させ、ON/OFF パルス電流を形成し、ON 時間と OFF 時間との時間間隔を調整することにより、パルス形状を変化させて実質的に平均電流値を変化させるものである。

【0004】現在磁気軸受制御では主にドロップ方式が用いられているが、ドロップ方式は(1)消費電力が大きい、(2)大型電源、大型放熱板が必要となり、制御装置の小化が図れないなどの問題があった。

【0005】これに対し、スイッチング方式は電磁石コイルのインダクタンスの電磁エネルギー蓄積効果を利用しているため、消費電力が小さく、発熱も少ないので装置の小型化を図ることができる利点がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】図 3 は従来のスイッチ

ング方式の電力増幅器を有する磁気軸受制御回路である。図において 10 は磁気軸受の電磁石コイルで、11 は電磁石コイルに電流を供給する高電圧電源、12 はコイル電流を検出するための電流検出器、13 は OFF 時にコイルに蓄積された電磁エネルギーを放電するためのリカバリーダイオード、20 は高電圧電源と電磁コイルとの接続を ON/OFF 切り換えする pMOS などのスイッチング素子、30 はスイッチング素子 20 の ON/OFF 切り換え制御を行う PWM IC (パルス幅変調制御用 IC) である。このスイッチング素子 2 と PWM IC 30 とにより電力増幅部 33 が形成される。

【0007】PWM IC 30 には 2 つの検出器からの制御信号が入力される。すなわち、まず、磁気軸受内の回転軸の位置を検出する変位センサ 41 からの信号がセンサアンプ 42 によって増幅され、PID 制御回路 43 に入力され、所定の演算式で計算された電磁石電流制御量が出力されて PWM IC 30 に正帰還される。また、PWM IC 30 はこの信号を受けてスイッチング素子 20 に ON/OFF 信号を送るが、スイッチング素子 20 の ON/OFF 動作により電磁石コイル 10 を流れる電流は電流検出器 12 によって監視されており、出力されるべき所定の制御値と実際の値との差を検出して PWM IC 30 に負帰還される。

【0008】この 2 つのフィードバック信号を受けた PWM IC 30 は前述したように所定の ON/OFF 信号をスイッチング素子 20 に送り、スイッチング素子 20 の開閉動作を行って高電圧電源 11 から電磁石コイル 10 へ所定のパルスデューティの電流を流す。

【0009】このような制御においては発生電磁力は電流の ON 時間の長さに依存するがこれとともに高電圧電源の電圧値にも依存する。したがって、たとえば排気性能向上のためターボ分子ポンプを大型化するときなどのように回転体の重量を大きくするような場合、磁気軸受にはさらに大きな電磁力を発生させる必要が生じる。この場合、高電圧電源の電圧値をさらに大きくすれば電磁石コイルを流れる電流値が大きくなり発生電磁力を大きくすることができるのであるが、この高電圧電源の電圧は PWM IC のコネクタにも接続されていることから PWM IC の最大出電圧または最大出力電流を越える問題があり、PWM IC の定格以上の高電圧の電を使用することができなかった。

【0010】本発明は上記問題を解決し、磁気軸受に大きな電磁力を発生できるように PWM IC の定格以上の電圧値を有する高電圧電源を用いて制御する磁気軸受制御装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するためになされた本発明は、磁気軸受の電磁石コイルに流すパルス電流を、コイル電流供給のための高電圧電源とこの電磁石コイルとの間に設けたスイッチング素子の ON/

OFF時間比を変動することにより制御する磁気軸受制御装置において、磁気軸受にて制御される回転軸の変位を検出する変位センサからのフィードバック信号とコイル電流を供給する回路内に設けた電流検出器からのフィードバック信号とを重ね合わせた信号を受けてこれを増幅し、スイッチング素子をON/OFF駆動するパルス幅変調制御用素子と、前記パルス幅変調制御用素子とスイッチング素子との間に設けた絶縁素子と、前記絶縁素子に直列に接続した絶縁素子保護用素子とを備え、スイッチング素子に印加される高電圧がパルス幅変調制御用素子に印加されないようにするとともに絶縁素子に高電圧が印加されないようにしたことを特徴とする。

【0012】以下、この構造の磁気軸受制御装置がどのように作用するかを説明する。

【0013】

【作用】本発明の構成としたことにより、スイッチング素子とPWM ICとが電氣的に絶分離される。したがって、電磁力を大きくするためスイッチング素子に高電圧を印加してもPWM ICには高電圧が印加されず、これが破損することはない。一方、絶縁素子には高電圧が印加されるが絶縁素子にはこれと直列に絶縁素子保護用素子を設けているので素子の耐電圧を越えることはない。

【0014】したがって、PWM ICの定格電圧とは関係なく電磁石コイルドライブ用の高電圧電源の電圧値を定めることができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。図1は本発明による一実施例を示した磁気軸受制御装置の配線図を示す。図において10は磁気軸受の電磁石コイルで、11は電磁石コイルに電流を供給する高電圧電源、12はコイル電流を検出するための電流検出器、13はスイッチOFF時にコイルに蓄積された電磁エネルギーを放電するためのリカバリーダイオード、20は高電圧電源と電磁コイルとの接続をON/OFF切り換えるpMOSを用いたスイッチング素子である。

【0016】このスイッチング素子20には図2に示すようにPWM IC（パルス幅変調制御IC）30と、フォトカプラを用いた絶縁素子31と、フォトカプラの二次側に直列に接続された保護用のダイオード32とが接続され、これらによって電力増幅部33が形成される。

【0017】電力増幅部33の入力側には、回転軸の変位を検出する変位センサ41とセンサ信号増幅器42と、この変位信号を受けて制御量を計算するPID制御回路43とからなる第1のフィードバック回路、電流検出器12を流れる電流値を検出してフィードバックさせる第2のフィードバック回路が接続される。ただし、第1のフィードバック回路と第2のフィードバック回路とのいずれか一方が正のフィードバック、他方が負のフィードバックとなるようにしてある。また、第1のフィードバック回路のPID制御回路43には外部よりの初期

設定信号も入力される。

【0018】つぎに以上のように構成される磁気軸受制御装置の動作を説明する。回転軸の目標位置などのPID制御に必要な初期値を設定後、磁気軸受制御回路を動作させる。回転軸の位置は変位センサ41により検出され、検出信号がセンサアンプ42で信号増幅された後、PID制御回路43に送られる。PID制御回路43では電磁石電流制御量を計算し、その値を電力増幅部33に入力する。電力増幅部33ではPID制御回路43からの信号をPWM IC31（パルス幅変調制御用IC）により増幅するのであるがPWM IC31の出力側には絶縁素子31としてのフォトカプラが接続されているので、PWM IC31は高電圧電源11から分離されている。すなわち、PWM IC31の出力は絶縁素子31であるフォトカプラの一次（発光素子側）につながる。この一次側は電圧がPWM IC31の定格以下の電圧に接続されている。一方、フォトカプラの二次側（受光素子側）はスイッチング素子20のドライブ電圧と同じ高電圧電源によってドライブされる。この高電圧電源は一次側とは絶縁されているため、PWM IC31を損傷することはない。

【0019】なお、フォトカプラの二次側には高電圧電源からの高電圧が加わるが、これと直列に接続された保護ダイオード32がフォトカプラに定格以上の電圧がかかるのを防いでいるので絶縁素子であるフォトカプラが破壊されることもない。

【0020】このようにして高電圧電源に接続されたスイッチング素子20は絶縁素子31、絶縁素子保護用ダイオード32を含む電力増幅部33によって駆動されることでPWM ICの定格より大きい高電圧電源で電磁石のドライブが行える。

【0021】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の磁気軸受制御装置では、電力増幅部のPWM ICスイッチング素子との間に絶縁素子を介在させ、高電圧がPWM ICにかからないようにするとともに、介在させた絶縁素子の保護素子を備えたことにより、従来のスイッチング方式ではPWM ICの定格の問題から印加できなかったような高電圧電源をスイッチング素子のドライブ電圧とすることができ、大電流を電磁石コイルに流すことができ、大きな電磁力で荷重の大きい回転体の磁気軸受制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である磁気軸受制御装置の配線図。

【図2】本発明の一実施例である磁気軸受制御装置の電力増幅部の配線図。

【図3】従来よりの磁気軸受制御装置の配線図。

【符号の説明】

10：電磁石コイル

11：高電圧電源

(4)

12 : 電流検出器

20 : スイッチング素子

30 : パルス幅変調制御用IC

31 : 絶縁素子

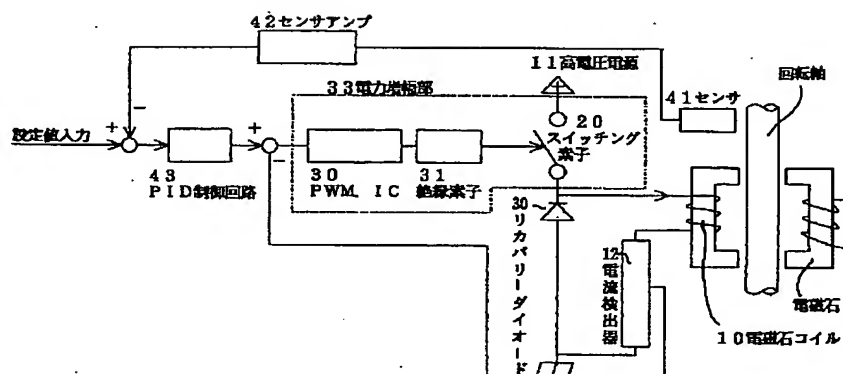
32 : 絶縁素子保護用ダイオード

33 : 電力増幅部

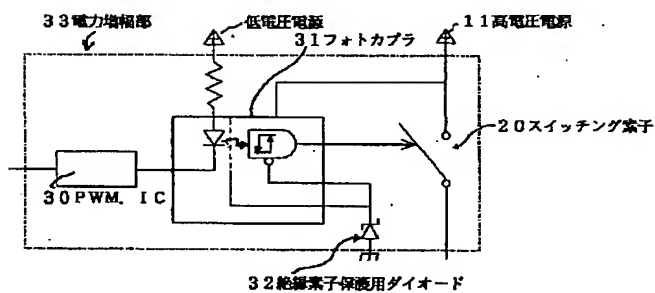
41 : 変位センサ

43 : PID制御回路

【図1】



【図2】



【図3】

